LES ORDINATEURS DE PLONGEE

INTRODUCTION

En tant que plongeur autonome, vous devez maîtriser parfaitement l'utilisation de l'ordinateur de plongée, si vous en utilisez un. En temps qu'encadrant Niveau 4, vous vous devez de connaître le fonctionnement et l'utilisation de l'ordinateur, vis à vis des plongeurs que vous encadrez.

Ce chapitre qui se veut succinct (35mn) est très orienté sécurité et devrait vous permettre de vous poser les bonnes questions et d'avoir les bonnes attitudes dans les différentes situations que vous allez être amenés à affronter.

Présentation du plan.

HISTORIQUE

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

TABLES ORDINATEURS

LA PLONGEE MULTIPROFONDEUR

LES LIMITES D'UTILISATION

LES PARAMETRES DE CHOIX

QUELQUES MODELES D'ORDINATEURS

LES DIX COMMANDEMENTS DE LA PLONGEE ORDINATEUR

HISTORIQUE

Apparition des premiers "DECOMPRESSIMETRES", type US NAVY en 1951.

Appareils mécaniques à fonctionnement analogique

Représentation analogique de la diffusion d'azote dans 2 tissus maximum.
Soufflets, chambres et pistons simulent les phénomène d'absorption et d'élimination.

Le SOS fabriqué en Italie de 1959 jusque en 1973.

Gros problèmes de fiabilité et de solidité pour des matériels en plus très encombrants.

Appareils électriques

Les systèmes à résistances et transistors permettent l'essor des appareils électriques.
Même s'ils sont très handicapés par le problème de la source d'énergie (autonomie réduite et difficiles à étalonner en fonction des variations de température), ils permettent de rassembler de nombreux renseignements et de vérifier les hypothèses formulées.

Appareils électroniques

Le boum de l'électronique agit dans 4 domaines : la réduction de taille, la réduction de consommation, la simplification des systèmes d'affichage et le développement des capteurs de pression.
Les premiers appareils offrent en réalité une lecture automatisée des tables de plongées et ne posent aucun problème tant que les paramètres de plongée correspondent au profil mis en mémoire (profil "carré").

Affichages électroluminescents, gros consommateurs d'énergie et encore volumineux.

La révolution vient de 2 évolutions : les cristaux liquides et le principe de fonctionnement.

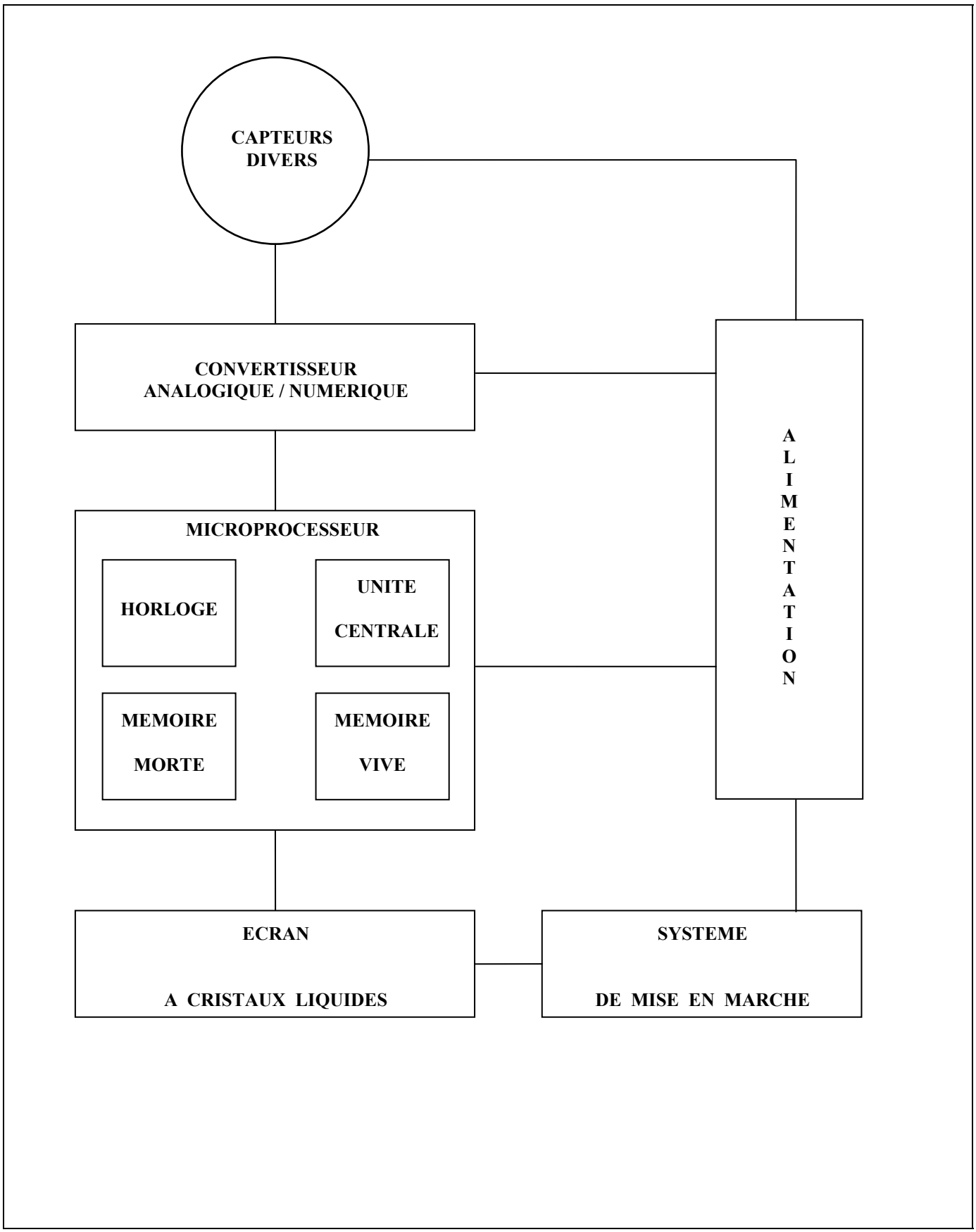
En mémoire, on n'introduit plus une table fixe et rigide, mais on donne au microprocesseur tous les paramètres mathématiques et les éléments de calcul pour qu'il puisse créer la table adaptée à chaque plongée.

"L'EDGE" d'ORCA apparaît sur le marché américain en 1981 et présente la saturation des tissus sous forme d'histogramme.

Le "DECOBRAIN" apparu en 1985, est le premier appareil distribué sur le marché européen qui soit à la fois abordable, pas trop encombrant et économique en énergie.

La véritable révolution vient avec l'apparition du SUUNTO "SME-ML" et du BEUCHAT "ALADIN" en 1987 : 3 à 4 fois plus de possibilités dans 4 à 5 fois moins de volume.

C'est le début d'une longue évolution par paliers et améliorations successives : mémoire de profil, connexion ordinateur PC, fonction calendrier, fonctions manomètre, calcul d'autonomie plongeur en temps réel, procédures de secours , intégration des mélanges différents de l’air (Nitrox et Trimix), etc..



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Schéma simplifié

LES TABLES ORDINATEURS

Les ordinateurs de plongée permettant les calculs en temps réel fonctionnement tous sur la base du modèle de Haldane.

Les ordinateurs utilisent des tables spécifiques, car les tables de plongée dont nous avons parlé précédemment sont faites pour des profils simples (plongée carrée).

La recherche pour l'élaboration de ces tables "ordinateurs" est répartie entre trois grandes écoles ce qui a donné trois familles d'ordinateurs et dernièrement une quatrième (Comex).

Deux point de départ des recherches :
US NAVY
Buhlman

Les tables US NAVY ont inspiré Spencer, Rogers et Powell.

Le Professeur Bulhman après avoir conçu les tables à profil simple a développé à l'université de Zurich les tables ordinateur.

Le modèle Spencer

Tables de plongée loisir ayant servi à développer les modèles de la marque ORCA(EDGE, SKINNY DIPPER, DELPHI) et les modèles de la marque SUUNTO(SME-ML, SOLUTION, EON, …etc).

Le modèle Rogers-Powell

De type Haldanien modifié, mélange de Haldane et de Spencer, ces tables ont servi à concevoir les modèles de la marque OCEANIC(DATAMX SPORT, DATAMAX PRO, SCAN 4) et ceux de la marque SHERWOOD(SOURCE), modèle encore fabriqué par SEIKO.

Le modèle Buhlman

Particularité de cette table, le problème de la plongée en altitude a été pris en considération au tout début de l'élaboration.
C'est la famille qui compte le plus d'appareils sur le marché
UWATEC (recemment racheté par SCUBAPRO), DIVETRONIC pour les ordinateurs DACOR, MARES avec le Guardian, …etc

Le modèle Comex

Fruit de plusieurs années de plongée industrielle, le CX 2000 commerialisé par BEUCHAT est basé sur un modèle haldanien adapté par les ingénieurs de la société COMEX.

LA NOTION DE PLONGEE MULTIPROFONDEUR

En anglais : "Multi-level Diving".

Notion très importante pour tirer le meilleur parti de son ordinateur et surtout pour l'utiliser en toute sécurité.

Au début, cette technique se pratiquait avec une table US NAVY simplifiée sans phase de décompression.
Dans le milieu des années 70, Denis Graver a popularisé cette technique de plongée avec l'élaboration d'une table spécifique.

Les colonnes représentent le taux d'azote résiduel visualisé par un coefficient (coefficient C des GERS 65).
Les lignes contiennent pour une profondeur donnée, le temps maxi sans palier ainsi que le temps correspondant à une saturation dans chaque colonne coefficient.

C'est à dire, par exemple qu'une plongée de 15mn à 30m est équivalente à une plongée de 25mn à 18m.

Exemple d'utilisation:

On effectue une plongée de 15mn à 30m, situation similaire à 25mn à 18m.
On remonte à 18m où la durée maxi de la plongée est de 60mn, on dispose donc de :
60mn - 25mn = 35mn à 18m.
Au bout de 30mn à 18m, on remonte à 9m, il a fait à 25m l'équivalent de :
25mn + 30mn = 55mn
Ces 55mn à 18m valent 170mn à 9m où il dispose de 310mn sans palier, donc il peut encore rester : 310mn - 170mn = 140mn.

Alors qu'à 30m, il ne disposait que de 25mn sans palier, il a pu faire une plongée de 185mn à la profondeur maxi de 30m, soit 7 fois plus de temps.

D'un point de vue physiologie hyperbare, cette équivalence réalisée par le biais du coefficient de plonge successive est aberrante.
Mais l'expérience a montrée que les accidents de décompression survenant à la suite de plongées "multiprofondeur" ne sont pas plus nombreux au regard du nombre des participants que lors de profils carrés classiques.

Karl Huggins et Lee Somers vérifient ces tables par le calcul sur un ordinateur HP 67 spécialement programmé à cet effet et s'aperçoivent que la tension d'azote dans les 6 compartiments de la table US NAVY est dans la limite acceptable.

En 1983, après de légères modifications, ces tables multiprofondeur sont testées sur des plongeurs cobayes contrôlés par un détecteur de bulles à effet Doppler.

Toutes ces études seront la base de l'élaboration des premiers ordinateurs de plongée.

Ce concept de plongée multiprofondeur se s'applique qu'à une plongée qui réunit les trois conditions suivantes :

Profondeur maximum atteinte dans les premières minutes de la plongée.

Les autres profondeurs seront toujours décroissante (on remonte tout le temps).

Le temps d'immersion n'est pas calculé à partir de la profondeur maximum.

Les deux premiers points doivent être impérativement respectés pour assurer la sécurité de la plongée.

Prof. en m	Durée maxi.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
9	-	15	30	45	60	75	95	120	145	**170**	205	250	310
10,5	310	5	15	25	40	50	60	80	100	120	140	160	190
12	200	5	15	25	30	40	50	70	80	100	110	130	150
15	100	-	10	15	25	30	40	50	60	70	80	90	100
18	60	-	10	15	20	**25**	30	40	50	**55**	60		
21	50	-	5	10	15	20	30	35	40	45	50		
24	40	-	5	10	15	20	25	30	35	40			
27	30	-	5	10	12	15	20	25	30				
30	25	-	5	7	10	**15**	20	22	25				

LES LIMITES D'UTILISATION

La sécurité

La sécurité, c'est trois points fondamentaux classés par ordre de priorité :

* La connaissance des processus de remontée, gestion de sa plongée avec des tables (quelque soit le type),

* La connaissance des règles de la plongée avec un ordinateur,

* La connaissance de son matériel (ordinateur).

Le premier point est enseigné, et tout niveau 4 est sensé posséder la totale maîtrise des processus de remontée.

Le deuxième point fait partie depuis peu des connaissances théoriques à avoir à partir du niveau2.

Le troisième point est laissé au soin de chacun de se familiariser avec son propre matériel.

Les limites des procédures de plongée

La formation

Le plus flagrant des problèmes posé par l'ordinateur est le cadre de la formation.

Autrement dit : **L'Ordinateur et le Moniteur** (moniteur pour l'aspect enseignement).

On arrive à un paradoxe, il faut enseigner l'usage d'un ordinateur et ne pas l'utiliser lors de l'enseignement de la plongée.

Aucun acte d'enseignement et quelque soit le niveau des élèves ne permet d'utiliser l'ordinateur comme moyens de gérer sa remontée, d'une part à cause du profil particulier de la plongée ordinateur et d'autre part car le principe de l'ordinateur nous laisse moins de marge de sécurité que les tables basées sur la profondeur maximum atteinte.

La palanquée

L'autre problème est **l'Ordinateur et la Palanquée**

♦ Le premier aspect est lié directement au matériel.

Les tables différentes :
Les différentes hypothèses de calcul produisent des courbes de sécurité très différentes.

Ex : pour une profondeur de 30m, les temps autorisés sans palier sont :

DC 11	09mn
Profile 1000	12mn
Aladin Pro	16mn
Solution	18mn
Datamax Pro	21mn
Bravo One	23mn

Les hypothèses de calcul des successives est différent. Certains pénalisent la première plongée pour avoir un meilleur coefficient de sécurité pour la deuxième (DC11).
D'autres utilisent un compartiment (60mn) donné comme directeur pour la successive (Datamax Pro)
➔ résultats différents

Attention aussi à l'utilisation de compartiments de très longues périodes (480 et 640mn) qui met l'utilisateur en situation de plongée successive d'un jour sur l'autre.

La vitesse de remontée :

les appareils à vitesse fixe : Aladin Pro(anciens modèles), Suunto, Moniteur (10m/mn)

Les appareils à plusieurs vitesses : Sherwood (16/12/8m/mn), DC12 (27/21/15/3m/mn)

Les appareils à vitesse variable : Genius, Monitor 3, Aladin Pro (nouveaux modèles), Aladin Air X (20 à 7m/mn)

l'étalonnage :

Eau douce ou eau de mer donnent des différence considérables de profondeur(plusieurs mètres) sans affecter la sécurité.

La gestion de l'air :

Ces appareils par un capteur de pression sur le premier étage du détendeur permettent d'obtenir une information très intéressante : *l'autonomie en temps réel*

Attention, pour un même matériel utilisé dans les mêmes conditions, les informations d'autonomie vont varier avec le comportement des individus.

♦ Le deuxième aspect est lié à la possibilité de personnalisation.

Certains matériel (Suunto) on un réglage manuel de l'altitude qui permet à l'utilisation d'augmenter sa marge de sécurité en utilisant au niveau de la mer une table d'altitude.

Ex : pour 18m

mode A0 52mn (niveau de la mer
mode A1 40mn
mode A2 30mn

Conclusion

Deux solutions s'offrent à l'encadrant :

le nivellement
On prend les informations fournies par le plus sévère de la palanquée.

l'autonomie
Rendez-vous au palier de 9 m et chacun gère sa remontée.

LES PARAMETRES DE CHOIX

Les questions à se poser pour fixer son choix sur un modèle.

Quel ordinateur pour quelle utilisation ?

Avec ou sans gestion des paliers.

Pression d'air intégrée ?

Appareils de haut de gamme, avec ou sans tuyau de liaison.

Vitesse de remontée unique, multiple ou variable ?

Une vitesse (10m/s), plusieurs vitesses en fonction de la profondeur ou une vitesse variable.

Version bracelet ou console ?

Quel système de mise en marche ?

contacts humides

boutons poussoirs

mise à l'eau

Accès aux différentes fonctions ?

Par temps d'impulsions (2 contacts) ou par menus déroulants (3 contacts)

Le remplacement de la pile ?

La pile est soudée au circuit ou noyée dans du gel (ou les deux à la fois) ➔ intervention du fabricant ou d'un professionnel.

La pile est dans un compartiment étanche ➔ peut être fait par un revendeur ou par l'utilisateur.

De quels paramètres faut-il disposer ?

Globalement et en parallèle.

Quelle est la meilleure lisibilité ?

Surface de l'écran, dimension des chiffres, symboles et indications, informations en couleur, disposition des informations sur l'écran.

Simulateur incorporé ?

Très peu de matériel en dispose. Intéressant pour se familiariser avec le fonctionnement, puis pour préparer ses plongées.

Quel type d'alarme ?

Visuelle ou sonore ou les deux.

Quel type de mémoire ?

Mémoire simple de type carnet de plongée (profondeur, temps)

Mémoire améliorée : classement par groupe de successives avec intervalle surface et indication de décompression.

Mémoire de profil : enregistrement du profil de la plongée par intervalle de temps (1mn ou 30s).

Mémoire totalisatrice : nombre de plongées, durée d'immersion, profondeur maxi atteinte.

Quelles doivent être les capacités maximales ?

Profondeur, durée de plongée, temps de paliers, profondeur du palier, ...

Quelles tables de référence ?

Spencer, Rogers-Powell, Buhlman, Comex.

Quel type de calcul pour les successives ?

Privilégier plutôt la première plongée ou plutôt la deuxième.

Quel réglage d'altitude ?

Automatique ou manuel.

Nombre de compartiments et type d'échantillonnage ?

Voir tableau comparatif.

Calibrage du capteur de pression ?

Calibré en eau douce (densité 1) ou en eau de mer (densité 1,25).

Connexion ordinateur PC ?

Permet de visualiser ses plongées et de les stocker sur fichiers. Pour certains modèles, obligatoire pour modifier les paramètres.

QUELQUES MODELES D'ORDINATEURS

Modèle	Nombre de tissus	Tissus le plus lent	Nombre de plongées dans la log	vitesse de remontée	Mesure Air	Interface PC
Aladin Sport	8	640	19	20-7	Non	Oui
Aladin Pro	8	640	19	20-7	Non	Oui
Aladin Air X	8	640	19	20-7	Oui	Oui
Mares Génius	8	640	19	20-7	Oui	Oui
Spiro Monitor 3 Air	8	640	19	20-7	Oui	Oui
Suunto Companion	8	322	5	10	Non	Oui
Suunto Solution	9	480	25hrs	10	Non	Oui
Suunto EON	9	480	25hrs	10	Oui	Oui
Océanic Prodigy	12	480	10	12	Non	Non
Sherwood Encore	7	354	10	16-8	Non	Non
Scubapro Trac	9	700	6	27-15	Oui	Non
Cochran Némésis 2	12	480	300	Variable	Oui	Oui
Dive Rite Bridge 2	9	470	800	20-10	Non	oui
Beuchat CX2000	20	480	166hrs ou 19 plonggées	Variable	Non	Oui

COMPARATIF

Comparaison sur une plongée à 39m avec 2mn de descente.

Modèle	Temps sans palier après 2mn de descente	Paliers aprés15mn de temps de plongée	Temps de plongée pour rentrer dans le palier à 6m	Temps total d'immersion après être rentré dans le palier à 6m	Temps plongée sans palier à 24m après 2hrs d'intervalle
Aladin Sport	8	3m/no time	16	27	-
Aladin Pro	8	3m/3mn	16	27	20
Aladin Air X	8	3m/3mn	16	27	20
Mares Génius	8	3m/3mn	16	27	20
Spiro Monitor 3 Air	8	3m/3mn	16	27	20
Suunto Companion	7	6m/no time	13	24	21
Suunto Solution	7	6m/7mn	13	24	21
Suunto EON	7	6m/7mn	13	24	21
Océanic Prodigy	9	3m/2mn	16	22	26
Sherwood Encore	6	6m/1mn	14	26	23
Cochran Némésis 2	9	6m/1mn	12	25	26
Dive Rite Bridge 2	12	3m/1mn	15	22	23

LES DIX COMMANDEMENTS DE LA PLONGEE ORDINATEUR

1 Lire attentivement le manuel d'utilisation

Caractéristiques techniques, limites d'utilisation, contenu des écrans d'affichage, mise en œuvre.

Mais attention aux matériels trop compliqués qui nécessitent avant de pouvoir s'en servir une étude très approfondie du manuel d'utilisation.

2 Ne vous croyez pas tout permis

L'ordinateur ne fournit qu'une réponse mathématique à la situation dans laquelle vous le mettez.

Evitez les situations à risque : plongées à décompression systématique, plongées en dents de scie, profils inversés, plongées très profondes, plongées rapprochées (consécutives), accumulation de plongées successives, etc...

De même, soyez en bonne condition physique. La fatigue, l'âge, l'embonpoint, l'alcool, le cholestérol, la déshydratation, l'hypoglycémie, etc. sont autant de facteurs qui peuvent vous placer en dehors du modèle sur lequel fonctionne votre ordinateur.

3 Tentez de rester dans le cadre d'une plongée sans décompression

Utilisez au maximum la plongée multiprofondeur pour éviter entrer en mode décompression, cela augmentera votre marge de sécurité.

Effectuez un palier de principe de 3mn à 3m.

4 Assurez vous du bon fonctionnement de votre ordinateur

On a vu que la majorité s'allume au contact de l'eau. Préférez un allumage manuel avant la plongée qui met l'ordinateur en mode test (affichage) et qui vous permet de vérifier son bon fonctionnement (pile).

5 Maintenez vous toujours le plus prés possible du profil idéal

,
La plus grande profondeur doit être atteinte en tout début de plongée et le reste doit se faire en ascendance, lente remontée vers la surface.

6 A chacun son ordinateur

Un ordinateur est strictement personnel.

Vous ne pouvez le prêter que s'il est totalement éteint (ou délai > à 24H) et que la personne à qui vous le prêtez n'ai pas plongé au cours des dernières 24h.

7 Respectez les spécifications de l'appareil

Ne sortez pas des limites fixée par votre appareil : temps, profondeur, vitesse de remontée, profondeur et durée des paliers, etc.

Sachez que lorsque votre appareil se met en alarme, il interrompt tout calcul pendant tout le temps de l'alarme ➔ à partir de ce moment là, les calculs sont faux et d'autant plus si lors d'une même plongée vous le mettez plusieurs fois en alarme.

Quand le temps d'alarme maximum est atteint, il bloque son processus de calcul pour une durée variable, de 24 à 48h.

8 Tenez compte des indications jusqu'à totale désaturation

Cela peut durer plus de 24H.

Pas de plongées sans votre ordinateur tant que la désaturation n'est pas achevée.
Attention à l'avion et aux excursions en altitude.

9 Planifiiez vos plongées et respectez votre planning

Consultez le planning (courbe de sécurité) que vous propose votre ordinateur avant chaque plongée.
Utilisez, s'il en dispose, le simulateur pour préparer votre plongée.

10 En cas de panne

Si vous avez un autre moyen de contrôler votre remontée (montre, profondimètre, tables), arrêtez la plongée et commencez la remontée.

Si vous n'avez rien, remontez à vitesse contrôlée dans la zone des 6 à 3m et restez y aussi longtemps que le permet votre autonomie.

CONCLUSION
Bonne plongée